

Japanese Utility Model Publication No. 8-9758

(Published on March 21, 1996)

Japanese Laid-Open Utility Model Publication No. 3-77591

(Published on August 5, 1991)

Japanese Utility Model Application No. 1-139309

(Filed on November 30, 1989)

Title of the Invention: Apparatus for attenuating noise in a  
passenger compartment of a vehicle

Applicant: Isuzu Motors Limited

#### CLAIMS

(From page 1 left column line 2 to line 12)

1. An apparatus for attenuating noise in a passenger  
compartment of a vehicle comprising:

a microphone for detecting a level of noise in the  
passenger compartment;

a speaker; and

a controller for controlling output of said speaker so that  
input to said microphone becomes minimum;

wherein said microphone is disposed at a front and lower position in the passenger compartment which locates at an opposite angle with respect to a vicinity of a driver's ear and also at which a standing wave of the noise has an antinode.

2. An apparatus for attenuating noise in a passenger compartment of a vehicle according to claim 1, further comprising detecting means for detecting a noise-source parameter of an engine, wherein said controller controls the output of said speaker based on a detecting signal of said detecting means so that input to said microphone becomes minimum.

#### SOLUTION FOR THE TASK

(From page 2 left column line 29 to line 36)

In order to achieve the above object, the present utility model has the following features. That is, in an apparatus for attenuating noise in a passenger compartment of a vehicle comprising:

a microphone for detecting a level of noise in the passenger compartment;

a speaker; and

a controller for controlling output of the speaker so that input to the microphone becomes minimum;

or further comprising detecting means for detecting a

noise-source parameter of an engine,

the microphone is disposed at a front and lower position in the passenger compartment which locates at an opposite angle with respect to a vicinity of a driver's ear and also at which a standing wave of the noise has an antinode.

#### OPERATION

(From page 2 left column line 38 to right column line 6)

The shape of a passenger compartment in a vehicle (motor car or light truck) is substantially predetermined, considering the structural condition of the vehicle. Noise in the passenger compartment is caused by a standing wave of a low frequency wave produced due to the resonance phenomena which depends on the dimensions of the passenger compartment.

As shown in FIG. 1(a), a model of the standing wave is presented such that there is an antinode at each end of a cylindrical space whose amplitude is the largest in the half wavelength while a node is at the center thereof whose amplitude is nil.

When such standing wave is produced in the passenger compartment due to resonance phenomena, one antinode is positioned in the vicinity of a driver's head and the other antinode is positioned at opposite angle with respect to the driver's head.

Accordingly, in an apparatus for attenuating noise in a passenger compartment of a vehicle comprising: a microphone for detecting a level of noise in the passenger compartment; a speaker; and a controller for controlling output of the speaker so that input to the microphone becomes minimum; or further comprising detecting means for detecting a noise-source parameter of an engine, the microphone will be disposed at a front and lower position in the passenger compartment which locates at an opposite angle with respect to a vicinity of a driver's ear and also at which a standing wave of the noise has an antinode, as shown in FIG. 1(b). In this arrangement, noise having a large amplitude which will be located in the vicinity of the driver's ear can be detected in the passenger compartment.

#### MODE FOR CARRYING OUT THE INVENTION

(From page 2 right column line 8 to line 20)

FIG. 2 shows a whole structure of an apparatus for attenuating noise in a passenger compartment of a vehicle according to the present utility model, comprising a passenger compartment 1 of a vehicle, an engine 2 of the vehicle, a vibration sensor 3 for detecting engine vibration as a noise-source parameter of an engine or engine speed sensor 3, a microphone 4 for detecting a level of noise in the passenger

compartment disposed at a front and lower position in the passenger compartment which locates at an opposite angle with respect to a vicinity of a driver's ear and also at which a standing wave of the noise has an antinode, a controller 5 for executing a predetermined calculation with the output from the sensor 3 and the microphone 4, a speaker 6 for outputting in the passenger compartment the result of the calculation of the controller 5.

The signal lines of the sensor 3 are indicated by broken lines. It is because the sensor 3 is not always required.

(From page 2 right column line 30 to line 38)

Since noise in a passenger compartment of a vehicle is attenuated by the microphone, speaker, and controller, the transmission in the air between the speaker and the microphone takes time, thereby deteriorating the response characteristics. Therefore, when an engine vibration sensor is used for the sensor 3, the controller may comprise an adaptive digital filter and the LMS (Least Mean Square) method can be used. Such embodiment is shown in FIG. 3.

FIG. 1 (b)

FIG. 1 (a)

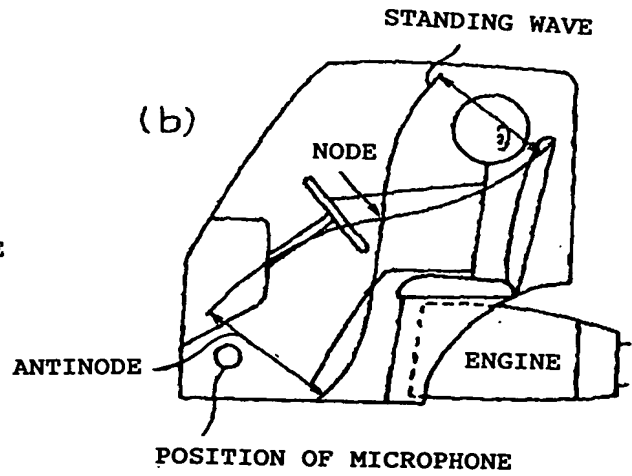
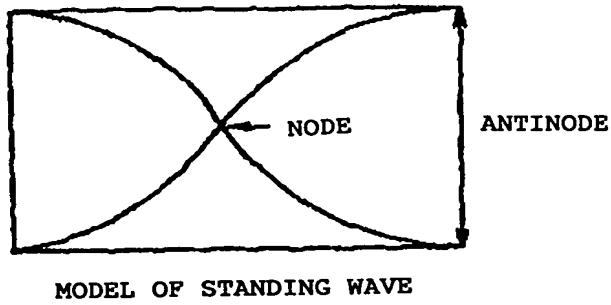


FIG. 2

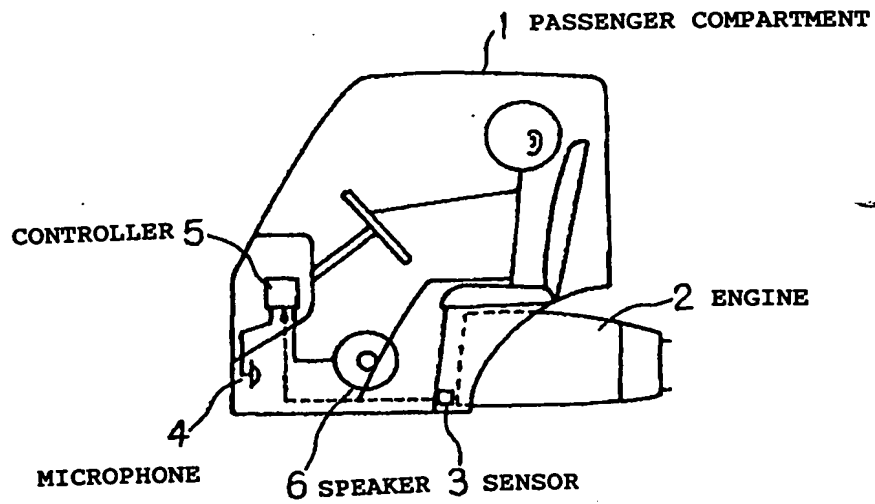
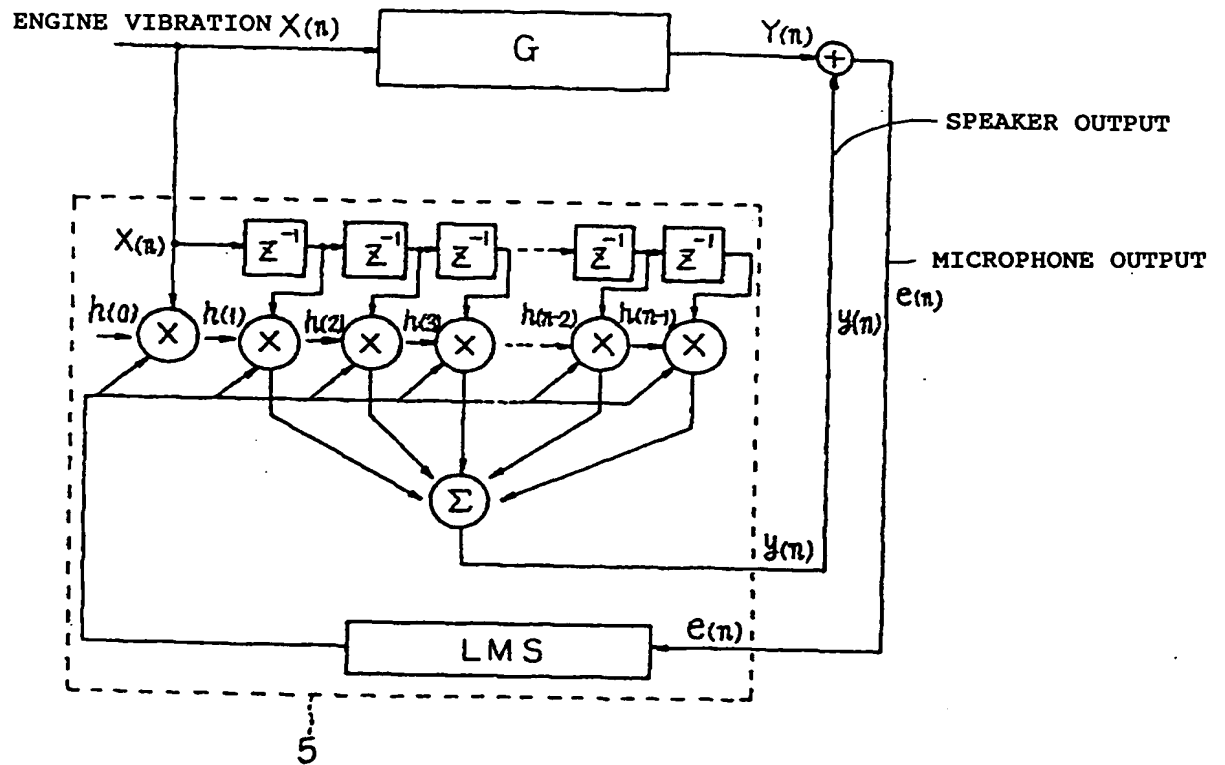


FIG. 3



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 実用新案公報 (Y 2)

(11) 実用新案出願公告番号

実公平8-9758

(24) (44) 公告日 平成 8 年 (1996) 3 月 21 日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 K 11/178				
B 6 0 R 11/02	B	7146-3D	G 1 0 K 11/ 16	H

請求項の数 2 (全 6 頁)

(21) 出願番号	実願平1-139309	(71) 出願人	999999999 いすゞ自動車株式会社 東京都品川区南大井 6 丁目 26 番 1 号
(22) 出願日	平成 1 年 (1989) 11 月 30 日	(72) 考案者	井戸 昭 秀之 神奈川県藤沢市土翻 8 番地 いすゞ自動車 株式会社藤沢工場内
(65) 公開番号	実開平3-77591	(74) 代理人	弁理士 茂泉 修司
(43) 公開日	平成 3 年 (1991) 8 月 5 日		

審査官 高橋 泰史

(56) 参考文献 特開 昭60-143157 (J P, A)

(54) 【考案の名称】 車室内騒音の低減装置

1

【実用新案登録請求の範囲】

【請求項 1】 車室内騒音のレベルを検出するマイクロホンと、スピーカと、該マイクロホンへの入力が最小となるように該スピーカの出力を制御するコントローラとを備え、該車室内騒音の定在波の腹となる運転者の耳元と対角線位置の車室前方下部に該マイクロホンを設置したことを特徴とした車室内騒音の低減装置。

【請求項 2】 更に、エンジンの騒音源パラメータの検出手段を設け、該コントローラが、該検出手段の検出信号に基づいて該マイクロホンへの入力が最小となるように該スピーカの出力を制御することを特徴とした請求項 1 に記載の車室内騒音の低減装置。

【考案の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

本考案は車室内騒音の低減装置に関し、特に周期的な

2

音源を有する自動車等の車室閉空間内の低周波の騒音をアクティブに低減する装置に関するものである。

【従来の技術】

自動車等の車室内の騒音は、閉空間を形成する車室が一定の条件下で共振現象を起こすことに因るものであり、その起振力はエンジンの爆発による回転次数成分等によるものと考えられている。

このような騒音を低減させるための対策として当初採られていた手段は、パッシブ (受動的) なものであり、例えば振動源であるエンジン系に対して結合剛性を向上させ、伝達系に対しては各マウントのチューニングを行い、車室内の発音体に対してはパネル剛性アップを図り、更に共振対策として、マスダンパー、ダイナミックダンパー等を共振部分に施していた。

このようなパッシブな手段では、コストの上昇及び重

10



量の増大を招くと共に、その効果は不十分なものであった。

このため、特開昭58-57193号公報等においてアクティブに車室内騒音を低減できる装置が提案されている。

この特開昭58-57193号公報では複数のマイクロホンを乗員の頭部耳元付近に設置し、このマイクロホンにより車室内騒音を検出して、これに対応するほぼ同一周波数及びほぼ同一レベルでほぼ逆位相となるような音を、車室内の板状部分に取り付けた複数のスピーカから出力して車室内騒音を打ち消すようにコントローラが制御を行っている。

#### 〔考案が解決しようとする課題〕

しかしながら、自動車等の車室内の騒音を低減するために、マイクロホンを乗員の頭部耳元付近に設置すると、

①通常ダッシュパネルに付近に組み込まれるコントローラとマイクロホンとのハーネス配線が長くなってしまい、コストが高くなると共に損傷を起こし易くなる、

②マイクロホンの位置が目に見える位置にあるため製品仕上げ上も装飾や保護カバー等が必要になりやはりコスト高となる、

③ハーネス配線を引き回すため組立ライン上での作業性を悪くする、等の問題点があった。

従って、本考案は、作業性を上げコスト的にも低価格とし、しかも機能良好な車室内騒音の低減装置を実現することを目的とする。

#### 〔課題を解決するための手段〕

上記の目的を達成するため、本考案では、車室内騒音のレベルを検出するマイクロホンと、スピーカと、該マイクロホンへの入力が最小となるように該スピーカの出力を制御するコントローラとを備えた車室内騒音の低減装置、又は更にエンジンの騒音源パラメータの検出手段を備えた車室内騒音の低減装置において、車室内騒音の定在波の腹となる運転者の耳元と対角線位置の車室前下部に該マイクロホンを設置している。

#### 〔作用〕

自動車（乗用車、小型トラック等）の車室の形状は車両の構造上の制約の関係から大体は決まっており、車室内騒音は車室内の寸法によって決まる共鳴現象で発生する低周波の定在波によって引き起こされる。

定在波モデルは第1図（a）に示すように閉じた筒状の空間の両端に振幅の大きい半波長の腹の部分があり、中央部には振幅零の節が存在する。

このような定在波が共鳴によって車室内に発生した場合、同図（b）に示すように、一方の腹は運転者の頭部部分に発生しており、他方の腹は対角線位置の足元の部分に発生している。

従って、マイクロホンと、スピーカと、該マイクロホンへの入力が最小となるように該スピーカの出力を制御

するコントローラとを備えた車室内騒音の低減装置、又は更にエンジンの騒音源パラメータの検出手段を備えた車室内騒音の低減装置において、同図（b）に示すように運転者の耳元と対角線位置の車室前下部に生ずる定在波の腹部にマイクロホンを設置すれば、耳元と同等の大きな振幅の車室内騒音を検出することができる。

#### 〔実施例〕

第2図は本考案に係る車室内騒音の低減装置の全体的な構成を示したもので、1は車室、2は自動車のエンジン、3はエンジンの騒音源パラメータとしてのエンジン振動を検出する手段としての振動センサ又はエンジン回転数センサ、4は運転者の耳元と対角線位置の車室前下部に発生する定在波の腹の位置に当たる付近に設置されて車室内騒音レベルを検出するマイクロホン、5はセンサ3及びマイクロホン4の出力により所定の演算を行うコントローラ、6はコントローラ5の演算した出力を車室内に発するスピーカである。

尚、センサ3の信号線を点線で示したのは、後述のように、このセンサ3は必ずしも必要が無い場合があるからである。

#### 実施例①：

即ち、車室内の騒音をアクティブに低減する方法は前述の特開昭58-57193号公報等のように、マイクロホン4から車室内の騒音の音圧レベル、周波数、及び位相を検出し、ほぼ同一レベル、ほぼ同一周波数、そしてほぼ逆位相の音波をコントローラ5がスピーカ6を経て車室内に発生させ音波の干渉により騒音を低減させることができる。

#### 実施例②：

上記の実施例では、マイクロホンとスピーカとコントローラとで車室内騒音の低減を行っているため、スピーカからマイクロホンまでの空間路上での伝達に時間がかかるため、応答性が悪くなるという点があるため、センサ3としてエンジン振動センサを用いる場合には、コントローラを適応デジタルフィルタで構成し、適応アルゴリズムとしてLMS (Least Mean Square) 法を用いることができる。

この実施例が第3図に示されており、振動センサ3で検出されるエンジン振動 $X(n)$ を各サンプル毎に遅延素子 $z^{-1}$ で遅延させ、 $n$ 個のフィルタ（タップ）係数 $h(0) \sim h(n-1)$ を各遅延素子 $z^{-1}$ の出力に対し乗算する。

この場合の各フィルタ係数はLMSアルゴリズム、即ち、

$$h(n+1) = h(n) + 2\mu e(n) X(n)$$

に従ってサンプル毎に更新される。但し、 $n=0 \cdots i$ 、 $\mu$ はステップサイズである。

そして、このようなフィルタ係数を各サンプルのエンジン振動 $X(n)$ に掛け且つ加算するという畳み込み演算を行うことによりスピーカ6への出力信号 $y(n)$ が

求められる。

このスピーカ出力  $y(n)$  を、実際にドライバーの耳元で観測される音圧  $Y(n)$  から差し引くことにより、運転者の耳元と対角位置の定在波の腹部に設置されたマイクロホン4からの出力  $e(n) = Y(n) - y(n)$  が発生され、これをLMSアルゴリズムによりフィルタ係数をサンプル毎に更新すれば、車室内の空間伝達系の伝達関数  $G$  の逆伝達関数  $G^{-1}$  をリアルタイムで同定して行くことができ、マイク出力  $e(n)$  を最小値に収束させることができる。

#### 実施例③：

センサ3として、クランク軸10と同軸上に設けた磁性歯車11の基準時間内の回転歯車数から各回転次数成分を検出するクランク角センサを用いる場合（本出願人による特願平1-128066号）には、第4図に示すように、コントローラ5を、各エンジン回転次数成分に対応してエンジン回転に同期した正弦波信号を出力する  $n$  個の発振器  $50_1 \sim 50_n$  と、クランク角センサ3からのエンジン回転数パルスをカウントするカウンタ部51と、このエンジン回転数を入力して種々の条件判定を行う条件判定部52と、この条件判定部52からの条件（エンジン回転数）に応じてエンジンの各回転次数成分についての位相制御量  $\phi$  と音圧制御量  $G$  を出力するROM53と、発振器  $50_1 \sim 50_n$  からの各正弦波出力信号の位相をROM53からの各位相制御量  $\phi$  により制御する位相制御部54と、発振器  $50_1 \sim 50_n$  からの各正弦波出力信号の音圧をROM53からの音圧制御量  $G$  により制御する音圧制御部55と、位相・音圧制御された発振器  $50_1 \sim 50_n$  の各正弦波出力信号の所望周波数成分のみを通過させて増幅器7を介してスピーカ6に送る帯域通過フィルタ（B.P.F.）56と、マイクロホン4の出力信号を増幅する増幅器（プリアンプ）57と、増幅器57の出力を帯域通過させて位相制御部54及び音圧制御部55に与える帯域通過フィルタ58とで構成している。

また、位相制御部54は発振器  $50_1 \sim 50_n$  の出力をROM53の出力により加工する位相加工部54a<sub>1</sub>～54a<sub>n</sub>と、これらの位相加工部54a<sub>1</sub>～54a<sub>n</sub>の出力を更にフィルタ58の出力により補正する位相補正部54b<sub>1</sub>～54b<sub>n</sub>とを含んでおり、音圧制御部55は発振器  $50_1 \sim 50_n$  の出力をROM53の出力により加工する音圧加工部55a<sub>1</sub>～55a<sub>n</sub>と、これらの音圧加工部55a<sub>1</sub>～55a<sub>n</sub>の出力を更にフィルタ58の出力により補正する音圧補正部55b<sub>1</sub>～55b<sub>n</sub>とを含んでいる。

このような実施例の動作においては、まず、カウンタ部51は、クランク角センサ3からのエンジン回転数パルス（TDCに対応したもの）をカウントして条件判定部52に与え、このエンジン回転数を入力した条件判定部52はそのエンジン回転数に対応して予め選択した回転次数成分に対応して発振器  $50_1 \sim 50_n$  の内から選択した発振器からそれぞれ各正弦波出力信号がエンジン回転のTDCに同期して発生されるように制御する。

従って、条件判定部52では、ROM53の中から全ての回

転次数成分における現在のエンジン回転数に対応する回転次数成分の各々における位相制御量  $\phi$  と音圧制御量  $G$  とを選択して読み出す。

ここで、このROM53に記憶されたマップは、各回転次数成分における車室内騒音が小さくなるように位相と音圧の制御量（発振器からの正弦波出力を基準としての制御量）をそれぞれ実験的に求めたものであり、例えば  $n$  個の発振器の内のいずれか1つだけ出力を可変とし他の発振器を固定することにより、その可変発振器に係る回転次数成分におけるエンジン回転数に対して求めた位相制御量  $\phi$  及び音圧制御量  $G$  で形成されている。

このようにして形成されたROM53においては、条件判定部52からのエンジン回転数に該当する全ての回転次数成分における位相制御量  $\phi$  及び音圧制御量  $G$ （逆位相）が出力されて位相制御部54及び音圧制御部55の加工部54a<sub>1</sub>～54a<sub>n</sub>及び加工部55a<sub>1</sub>～55a<sub>n</sub>にそれぞれ与えられ、発振器  $50_1 \sim 50_n$  からのエンジン回転（TDC）に同期した各正弦波出力信号を加工して位相に対応する所定値分だけ遅らせ、音圧を最大限低減させるような原波形で帯域通過フィルタ56を介して増幅器7に与える。

増幅器7では入力信号を最適な音量にした上、合成してスピーカ6から出力させる。

このようにしてスピーカ6から出力される音圧レベルはこもり音を始めとしてエンジン回転が原因となっている車室内の種々の騒音を相殺することができるが、車両のリアルタイムの騒音変化に対しては依然不完全であるので、相殺されずに依然残存する車室内騒音を、運転者の耳元の定在波の腹部と対角位置の腹部に設置したマイク4によって検出し、この検出した音圧レベルを増幅器57で増幅して各次数成分毎の帯域通過フィルタ58で所定の帯域に絞り、補正部54b<sub>1</sub>～54b<sub>n</sub>及び補正部55b<sub>1</sub>～55b<sub>n</sub>がそれぞれの回転次数成分について発振器  $50_1 \sim 50_n$  の出力を加工部54a<sub>1</sub>～54a<sub>n</sub>及び加工部55a<sub>1</sub>～55a<sub>n</sub>で加工した値を更に補正してスピーカ6に与えるようにしてフィードバックを掛ける。

尚、上記の実施例の場合には、発振器出力はクランク角センサ3からのエンジン回転のTDCを基準として制御を行っているが、エンジン騒音の主要因となっているエンジンの点火又は着火の爆発タイミング自体を点火センサや着火センサを用いて検出し、位相・音圧の制御を掛ける方がより直接的で好ましい。

この場合、条件判定部52が着火出力波形によりエンジン回転数を検出すれば、クランク角センサは必要なくなる。

#### 【考案の効果】

以上のように、本考案は、車室内騒音のレベルを検出するマイクロホンと、スピーカと、該マイクロホンへの入力が最小となるように該スピーカの出力を制御するコントローラとを備えた種々の車室内騒音の低減装置、又は更にエンジンの騒音源パラメータの検出手段を備えた

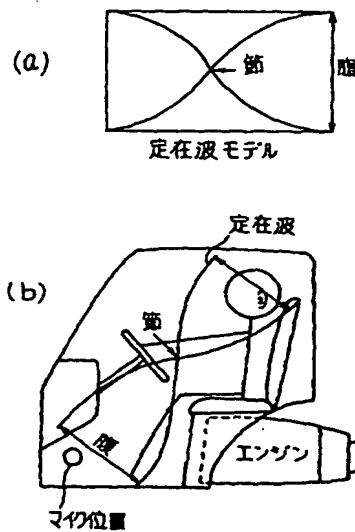
種々の車室内騒音の低減装置に適用することができ、このような車室内騒音の低減装置において、車室内騒音の定在波の腹となる運転者の耳元と対角線位置の車室前方下部に該マイクロホンを設置するように構成しているので、第5図に示すように耳元近くに取り付けた場合と同等の効果が得られることが分かる。

また、運転者の邪魔になることも無く目障りにならない位置にあるので装飾の必要も無くなり、組立時の作業性もよく低コストで装着することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

第1図は、本考案に係る車室内騒音の低減装置の概念構成図、

【第1図】



第2図は、本考案に係る車室内騒音の低減装置の一実施例を示した概略構成図、

第3図は、第2図の実施例においてエンジン振動センサを用いた場合の実施例を示した図、

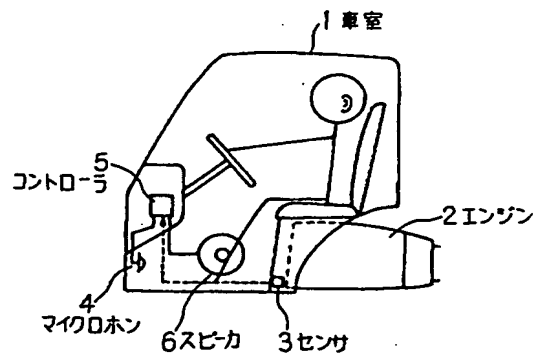
第4図は、第2図の実施例においてエンジン回転数センサを用いた場合の実施例を示した図、

第5図は、本考案の効果を示すグラフ図、である。

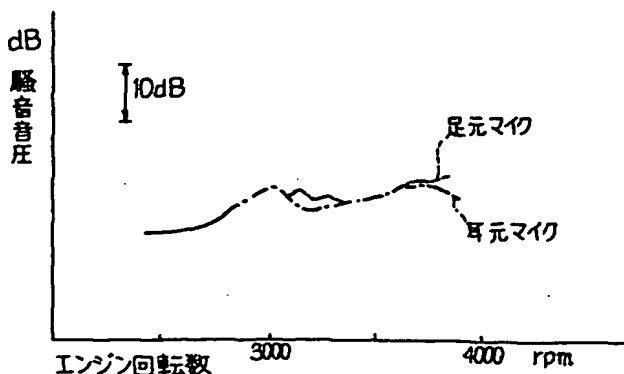
第1図において、1は車室、2はエンジン、3はエンジン振動（回転数）センサ、4はマイクロホン、5はコントローラ、6はスピーカをそれぞれ示す。

図中、同一符号は同一又は相当部分を示す。

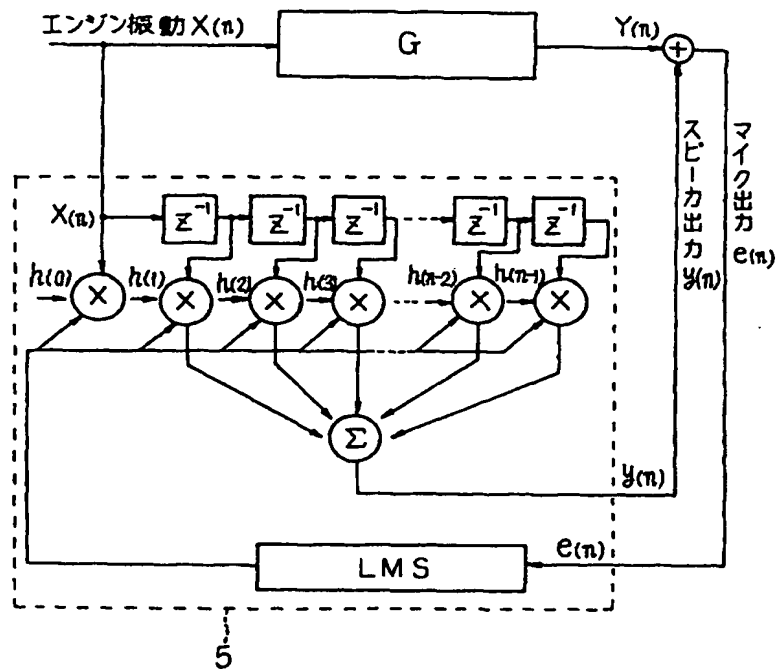
【第2図】



【第5図】



【第3図】



【第4図】

